

(51) Int.Cl.
H 04 Q 7/38
H 04 L 12/28
12/56
H 04 Q 7/22
7/28

識別記号
3 0 3
1 0 0

F I
H 04 L 12/28
12/56
H 04 B 7/26
H 04 Q 7/04

マーク (参考)
3 0 3 5 K 0 3 0
1 0 0 Z 5 K 0 3 3
1 0 9 M 5 K 0 6 7
J

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2002-11971(P2002-11971)

(22)出願日 平成14年1月21日 (2002.1.21)

特許法第30条第1項適用申請有り 2002年1月4日 社
団法人電子情報通信学会発行の「電子情報通信学会技術
研究報告 信学技報V o 1. 101N o. 539」に発表

(71)出願人 502306660
日本テレコム株式会社
東京都中央区八丁堀四丁目7番1号

(72)発明者 宮本 泰照
東京都中央区八丁堀四丁目7番1号 日本
テレコム株式会社内

(72)発明者 藤井 輝也
東京都中央区八丁堀四丁目7番1号 日本
テレコム株式会社内

(74)代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

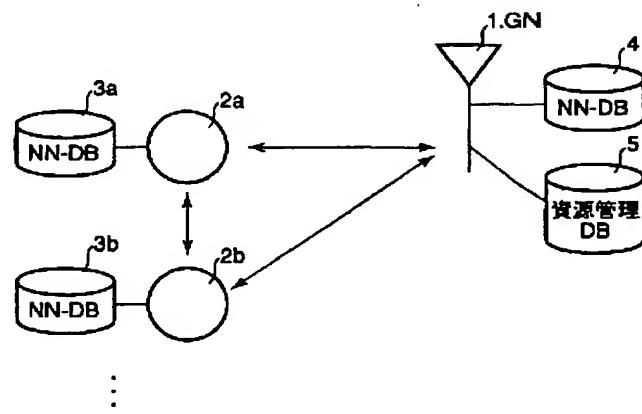
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 通信システム及び通信方法

(57)【要約】

【課題】ネットワーク上に流出する制御用のパケットの
量を削減し、ネットワーク帯域が圧迫される事態や、電
波干渉、パケット衝突の問題を回避する。

【解決手段】本発明の通信システム及び方法では、GN
1による集中制御方式が採用されており、MN 2よりGN
1に対して通信要求がなされた場合には、GN 1はNN-
DB 4、資源管理DB 5を参照しつつ、当該MN 2の
通信ルートを計算する。通信モードとしては、制御デ
ータは制御モード(マクロセル、低速伝送)でシングル
ホップ通信され、ユーザデータはデータ通信モード(マ
イクロセル、高速伝送)でマルチホップ通信される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも移動局と固定局とが無線ネットワークを介して通信自在とされた通信システムにおいて、

隣接情報を記憶する第1データベースを備え、当該第1データベースに蓄積されている隣接情報を定期的に固定局に送信する移動局と、

所定範囲内に存在する全ての移動局の隣接情報を記憶する第2データベースと資源情報を記憶する第3データベースとを備え、上記移動局から送信される隣接情報により当該第2データベースの記憶内容を更新する固定局と、を有し、上記移動局より固定局に対して通信要求がなされた場合には、当該固定局は上記第2及び第3データベースを参照しつつ、当該移動局の通信ルートを計算することを特徴とする通信システム。

【請求項2】 上記移動局及び固定局は、通信モードとして、マクロセルに対応した第1モードとマイクロセルに対応した第2モードとを使い分け、

制御データは第1モードでシングルホップ通信し、当該制御データよりも通信一回当たりの情報量が多いデータは第2モードでマルチホップ通信する、ことを更なる特徴とする請求項1に記載の通信システム。

【請求項3】 上記移動局より通信要求を受けた固定局は、

当該移動局に隣接する局が自己又は自己の隣接局である場合には、固定局を介する通信ルート及び固定局を介さない通信ルートの両方を計算し、両者よりルートコストの小さい通信ルートを選択することで通信ルートを決定し、

一方、上記移動局に隣接する局が自己又は自己の隣接局でない場合には、固定局を介する通信ルートのみを計算し、通信ルートを決定する、ことを更なる特徴とする請求項1に記載の通信システム。

【請求項4】 上記隣接情報は、一の移動局の隣接範囲に存在する他の移動局に係るノード識別情報を少なくとも含んでおり、

上記資源情報は、ネットワーク資源及びその使用の有無に係る情報、使用者の識別情報を少なくとも含んでいる、ことを更なる特徴とする請求項1乃至3に記載の通信システム。

【請求項5】 少なくとも、隣接情報を記憶する第1データベースを備えた移動局と、所定範囲内に存在する全ての移動局の隣接情報を記憶する第2データベースと資源情報を記憶する第3データベースとを備えた固定局とが、無線ネットワークを介して通信自在とされた通信システムによる通信方法において、

上記移動局が上記第1データベースに蓄積されている隣接情報を定期的に固定局に送信すると、当該固定局が上記移動局から送信される隣接情報により当該第2データベースの記憶内容を更新し、

上記移動局が固定局に対して通信要求をなした場合には、当該固定局が上記第2及び第3データベースを参照しつつ、当該移動局の通信ルートを計算する、ことを特徴とする通信方法。

【請求項6】 上記移動局及び固定局は、通信モードとして、マクロセルに対応した第1モードとマイクロセルに対応した第2モードとを使い分け、

制御データは第1モードでシングルホップ通信して、当該制御データよりも通信一回当たりの情報量が多いデータは第2モードでマルチホップ通信する、ことを更なる特徴とする請求項5に記載の通信方法。

【請求項7】 上記移動局より通信要求を受けた固定局は、

当該移動局に隣接する局が自己又は自己の隣接局である場合には、固定局を介する通信ルート及び固定局を介さない通信ルートの両方を計算し、両者よりルートコストの小さい通信ルートを選択することで通信ルートを決定し、

一方、上記移動局に隣接する局が自己又は自己の隣接局でない場合には、固定局を介する通信ルートのみを計算し、通信ルートを決定する、ことを更なる特徴とする請求項5に記載の通信方法。

【請求項8】 上記隣接情報は、一の移動局の隣接範囲に存在する他の移動局に係るノード識別情報を少なくとも含んでおり、

上記資源情報は、ネットワーク資源及びその使用の有無に係る情報、使用者の識別情報を少なくとも含んでいる、ことを更なる特徴とする請求項5乃至7に記載の通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば無線マルチホップ通信におけるルーティング制御に係り、特に外部ネットワークに接続された固定局であるゲートウェイノード (Gateway Node以下、GNと称する) を配置し、マクロセルである制御モードとマイクロセルであるデータ通信モードとを適宜使い分けるハイブリッド通信方式を用いた集中制御方式の通信システム及び通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、無線マルチホップ通信におけるルーティング制御では、各ノードのセル半径は固定とされており、通信システム内では、各ノードにより自律的にルーティングが行われている。ここで、このようなルーティング制御における主なプロトコルには、例えばAODV (Ad-hoc On-Demand Vector Routing) やDSR (Dynamic Source Routing) 等の如きものがある。そして、これらプロトコルでは、ネットワーク内に存在する移動局であるモバイルノード (Mobile Node 以下、MNと称する) により隣接情報が把握されて、自律的にルーティング

制御がなされる。

【0003】より具体的には、先ず、送信元のMNよりルート要求(Route Request 以下、RREQと称する)パケットがブロードキャストされる。そして、このRREQパケットが宛先のMNにより受信されると、この宛先のMNよりルート応答パケット(Route Reply 以下、RREPと称する)がユニキャストで送信元のMNに向けて返信される。こうして、宛先のMNからのRREPパケットが、送信元のMNにて受信されることで、一連のルーティング制御が完結される。

【0004】尚、このルーティング制御は、固定局であるGNを配置した従来型のシステムについても同様であるといえる。それは、従来型では、GNはMNと略同等の機能を有しているにすぎず、その役割は、ネットワーク規模の拡張や外部ネットワークとの接続等にのみあり、ネットワーク上の制御にはないからである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、一般に、無線通信では、電波干渉やパケット衝突が起ることによりネットワーク全体の伝送帯域が狭くなることが知られている。

【0006】特に、上述のような無線マルチホップ通信を行う場合には、送信元のノードよりRREQパケットがブロードキャストされ、ルーティング制御用のパケットがネットワーク上に大量に流出されることになる。その結果、ネットワーク帯域が圧迫されることになる。更に、端末数が増加すると、制御用のパケットのオーバーヘッドが大きくなり、電波干渉やパケット衝突が急激に増加し、ルート制御が複雑になり、事実上通信不可能な状態に陥りやすい。また、前述したような従来技術では、有限資源である無線リソースを無駄に消費していることから、無線リソースを効率良く活用して制御パケット量を削減することも囁きされている。

【0007】本発明は、上記問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、制御用のパケット、実データのパケットの通信条件を通信モードにより差別化したGNによる集中制御方式を採用することで、ネットワーク上に流出する制御用のパケットの量を削減し、ネットワーク帯域が圧迫される事態や、電波干渉、パケット衝突の問題を回避することにある。更に、GNによる集中制御方式を採用して該GNに隣接情報を把握させることで、各MN間での自律的なルート構築を不要とすることにある。また、GNにネットワーク上の資源管理情報を把握させ、有限であるネットワーク資源を効率的に使用することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の第1の態様は、少なくとも移動局と固定局とが無線ネットワークを介して通信自在とされた通信システムにおいて、隣接情報を記憶する第1データベース

を備え、当該第1データベースに蓄積されている隣接情報を定期的に固定局に送信する移動局と、所定範囲内に存在する全ての移動局の隣接情報を記憶する第2データベースと資源情報を記憶する第3データベースとを備え、上記移動局から送信される隣接情報により当該第2データベースの記憶内容を更新する固定局と、を有し、上記移動局より固定局に対して通信要求がなされた場合には、当該固定局は上記第2及び第3データベースを参照しつつ、当該移動局の通信ルートを計算することを特徴とする。

【0009】そして、本発明の第2の態様に係る通信システムでは、上記移動局及び固定局は、通信モードとして、マクロセルに対応した第1モードとマイクロセルに対応した第2モードとを使い分け、制御データは第1モードでシングルホップ通信し、当該制御データよりも通信一回当たりの情報量が多いデータは第2モードでマルチホップ通信する、ことを更なる特徴とする。

【0010】さらに、本発明の第3の態様に係る通信システムでは、上記移動局より通信要求を受けた固定局は、当該移動局に隣接する局が自己又は自己の隣接局である場合には、固定局を介する通信ルート及び固定局を介さない通信ルートの両方を計算し、両者よりルートコストの小さい通信ルートを選択することで通信ルートを決定し、一方、上記移動局に隣接する局が自己又は自己の隣接局でない場合には、固定局を介する通信ルートのみを計算し、通信ルートを決定する、ことを更なる特徴とする。

【0011】また、本発明の第4の態様に係る通信システムでは、上記隣接情報は、一の移動局の隣接範囲に存在する他の移動局に係るノード識別情報を少なくとも含んでおり、上記資源情報は、ネットワーク資源及びその使用の有無に係る情報、使用者の識別情報を少なくとも含んでいる、ことを更なる特徴とする。

【0012】そして、本発明の第5の態様では、少なくとも、隣接情報を記憶する第1データベースを備えた移動局と、所定範囲内に存在する全ての移動局の隣接情報を記憶する第2データベースと資源情報を記憶する第3データベースとを備えた固定局とが、無線ネットワークを介して通信自在とされた通信システムによる通信方法において、上記移動局が上記第1データベースに蓄積されている隣接情報を定期的に固定局に送信すると、当該固定局が上記移動局から送信される隣接情報により当該第2データベースの記憶内容を更新し、上記移動局が固定局に対して通信要求をなした場合には、当該固定局が上記第2及び第3データベースを参照しつつ、当該移動局の通信ルートを計算する、ことを特徴とする。

【0013】さらに、本発明の第6の態様に係る通信方法では、上記移動局及び固定局は、通信モードとして、マクロセルに対応した第1モードとマイクロセルに対応した第2モードとを使い分け、制御データは第1モード

でシングルホップ通信して、当該制御データよりも通信一回当たりの情報量が多いデータは第2モードでマルチホップ通信することを更なる特徴とする。

【0014】また、本発明の第7の態様に係る通信方法では、上記移動局より通信要求を受けた固定局は、当該移動局に隣接する局が自己又は自己の隣接局である場合には、固定局を介する通信ルート及び固定局を介さない通信ルートの両方を計算し、両者よりルートコストの小さい通信ルートを選択することで通信ルートを決定し、一方、上記移動局に隣接する局が自己又は自己の隣接局でない場合には、固定局を介する通信ルートのみを計算し、通信ルートを決定する、ことを更なる特徴とする。

【0015】そして、本発明の第8の態様に係る通信方法では、上記隣接情報は、一の移動局の隣接範囲に存在する他の移動局に係るノード識別情報を少なくとも含んでおり、上記資源情報は、ネットワーク資源及びその使用の有無に係る情報、使用者の識別情報を少なくとも含んでいる、ことを更なる特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【0017】先ず、図1には、本発明の一実施の形態に係る通信システムの概念図を示し説明する。この図1に示されるように、本実施の形態に係る通信システムは、無線マルチホップ通信におけるルーティング制御に特徴を有するものであり、固定局であるGN1と移動局であるMN2(2a, 2b...)とを有している。そして、MN2(2a, 2b...)は、隣接ノードデータベース(Neighbor Nodeデータベース以下、NN-DBと称する)3(3a, 3b...)を備えている。更に、GN1は、自セルに属する全MN2a, 2b...に対応したNN-DB4と資源管理データベース(以下、資源管理DBと称する)5とを備えている。

【0018】尚、請求項記載の第1データベースは上記NN-DB3に相当し、第2データベースは上記NN-DB4に相当し、第3データベースは上記資源管理DB5に相当する。但し、この関係に限定されるものではない。

【0019】上記MN2a, 2b...としては、移動する無線端末等を想定している。GN1としては、有線で相互に接続された固定無線端末であって、インターネット等の既存ネットワークとも接続される端末等を想定している。いずれも、双方向無線リンクで通信を行うものであり、その詳細は後述するが、制御モードとデータ通信モードといった二つの通信モードを有している点に特徴の一つがある。

【0020】ここで、NN-DB3a, 3b...には、各MN2a, 2b...のノードIDと隣接するMN2a, 2b...のノードID、受信電力等の情報(以下、「隣接情報」と称する)が蓄積されている。各MN2a, 2b...

は、詳細は後述する所謂「Helloプロトコル」により、隣接するMN2a, 2b...のデータを定期的に取得し、当該取得データによりNN-DB3a, 3b...の内容を更新する。

【0021】また、GN1のNN-DB4には、自セルに属する全MN2a, 2b...の隣接情報が蓄積されている。このGN1のNN-DB4は、他のGNからも参照することが可能となっており、更に、その内容は、MN2a, 2b...からのアップデート情報に基づいて定期的に更新されるようになっている。

【0022】一方、GN1の資源管理DB5には、ネットワーク資源(周波数、使用chや符号等)、使用の有無、使用者ID等の情報(以下、これらを「資源情報」と称する)が蓄積されている。この資源管理DB5は、他のGNからも参照することが可能となっている。そして、この資源管理DB5の内容は、例えばネットワーク資源の使用状況が変化する度に、更新されるようになっている。

【0023】そして、本通信システムは、通信モードとして、低速伝送、マクロセルに対応した制御モードと、高速伝送、マイクロセルに対応したデータ通信モードを使い分けるハイブリッド方式を採用している。

【0024】かかるハイブリッド方式の下、制御データは制御モードでシングルホップ通信して、ユーザデータはデータ通信モードでマルチホップ通信する。

【0025】これにより、本実施の形態では、ネットワーク上に流出する制御パケット量を削減し、且つ一定量に抑えることを可能としている。

【0026】また、GN1と各MN2a, 2b...には、詳細は後述するが、Helloプロトコル、ルート構築アルゴリズムが実装されており、Hello間隔、隣接情報のアップデート間隔は、各MN2a, 2b...にて予め記憶されている。

【0027】MN2a, 2b...よりルート要求があった場合は、GN1では、その時点でルート構築アルゴリズムに従ってルーティング制御が行われることになる。

【0028】尚、本実施の形態に係る通信システム及び方法では、双方向通信を前提としており、制御モード時はシングルホップ通信のみ、データ転送モード時はマルチホップ通信も可能としている。また、使用帯域幅を変化させることで、セル半径の異なる二つの通信モードを実現している。若しくは、例えば、サブキャリア変調方式、多値数/符号化率を変化させることで伝送速度とセル半径を変化させる可変速度技術を用いているが、これらに限定されるものではない。

【0029】次に、図2を参照して、NN-DB3a, 3b..., 4について更に詳述する。

【0030】図2(a)はNN-DB3a, 3b...のフォーマットの一例を示しており、図2(b)はNN-DB4のフォーマットの一例を示している。

【0031】先ず、図2(a)に示されるように、MN 2a, 2b…のNN-DB 3a, 3b…は、隣接情報として隣接するMN a, 2b…のノードID (Neighbor Node[1]…[n]) と、その受信電力P1…Pnが蓄積されるようなフォーマットとなっている。さらに、図2(b)に示されるように、GN 1のNN-DB 4は、自セル内の全てのMN (Mobile Node[1]…[m]) に隣接するMNのノードID (MobileNode[1]…[s], …, Mobile Node[1]…[t]) と、その受信電力P1-1…P1-s, …, Pm-1…Pm-tが蓄積されるようなフォーマットとなっている。

【0032】ここで、図2(c)に示されるように、GN 1のセル内に6つのMN 2a-2fが存在する場合を想定して更に詳述する。尚、図中、破線で示した範囲は、その中心に示されているMN 2a-2fの隣接範囲を意味している。

【0033】この場合には、MN 2aのNN-DB 3aには、隣接情報としてMN 2d, 2e, 2fのノードIDと各受信電力P2a-2d, P2a-2e, P2a-2fが蓄積されている(図3(a)参照)。MN 2bのNN-DB 3bには、隣接情報としてMN 2fのノードIDと受信電力P2b-2fが蓄積されている(図3(b)参照)。MN 2cのNN-DB 3cには、隣接情報としてMN 2fのノードIDと受信電力P2c-2fが蓄積されている(図3(c)参照)。MN 2dのNN-DB 3dには、隣接情報としてMN 2a, 2eのノードIDと各受信電力P2d-2a, P2d-2eが蓄積されている(図3(d)参照)。MN 2eのNN-DB 3eには、隣接情報としてMN 2a, 2dのノードIDと各受信電力P2e-2a, P2e-2dが蓄積されている(図3(e)参照)。MN 2fのNN-DB 3fには、隣接情報としてMN 2a, 2b, 2cのノードIDと各受信電力P2f-2a, P2f-2b, P2f-2cが蓄積されている(図3(f)参照)。そして、GN 1のNN-DB 4には、全てのMN 2a-2fの隣接情報(ノードID、各受信電力)が蓄積されている(図3(g)参照)。

【0034】次に、図4を参照して、GN 1の資源管理DB 5について更に詳述する。

【0035】ここでは、図4(a)に示される状況に対応したGN 1の資源管理DB 5の内容(ここでは、ch管理を例に挙げる)を、図4(b)に示して説明する。

【0036】尚、図4(a)において、実線は通信中であることを意味し、破線は隣接関係にあることを意味している。この図4(a)の状況では、MN 2b, 2c, 2f間ではch1で通信中であり、MN 2a, 2d, 2g間ではchnで通信中であるが、このような情報は、図4(b)に示されるように資源管理DB 5に蓄積され管理される。尚、不使用のchについては、nullとされる。

【0037】このように資源管理DB 5で使用周波数c

hを管理することで、ルート通知時に各MN a, 2b…へchネゴシエーションを行うことも可能となる。

【0038】以下、図5のフローチャート等を参照して、本発明の実施の形態に係る通信システムによるルーティング制御について詳述する。

【0039】尚、ここでは、特に示さない限り、MN 2a, 2b…をMN 2、NN-DB 3a, 3b…をNN-DB 3と総称して、説明を進めることにする。

【0040】本発明の実施の形態では、無線マルチホップネットワークにおいて、NN-DB 4の隣接情報と資源管理DB 5の資源情報とを利用したGN 1による集中制御方式によるルーティング制御を行うことで、無線リソースを有効に活用し、ネットワーク上に流れる制御パケット量を削減している点に特徴の一つがある。

【0041】以下、これをふまえて、ルーティング制御につき詳述する。

【0042】さて、MN 2が使用可能な状態になると(ステップS1)、ネットワークに接続されたMN 2が最初に行なうことはGN 1の探索である(ステップS2)。

【0043】このGN 1の探索には、図6に示されるような二つの方法がある。

【0044】即ち、一つの方法は、ゲートウェイ広告(G-Advertisement 以下、G広告と称する)を用いる方法である。この方法では、GN 1はブロードキャストでG広告を定期的に送信する。そして、ネットワークに接続されたMN 2は、定期的に送信されるG広告の有無によりGN 1の存在を確認することになる。

【0045】一方、他の方法は、ゲートウェイ要請(G-Solicitation 以下、G要請と称する)を用いる方法である。即ち、本方法では、MN 2は所望とするタイミングでG要請を送信する。そして、G要請を受け取ったGN 1は即座にG広告を送信する。こうして、ネットワークに接続されたMN 2は、このG広告によりGN 1の存在を確認することになる。このように、後者の方法では、MN 2はG広告を待たずして、即座にゲートウェイ探索を行うことができる。

【0046】さて、こうしてMN 2によりGN 1が探索されて、その存在が確認されると(ステップS3)、次いでMN 2はHelloプロトコルにより隣接情報を調査し、GN 1へ隣接情報を定期的にアップデートする(ステップS4乃至S6)。

【0047】ここで、図7のフローチャートを参照して、このHelloプロトコルについて更に詳細に説明する。尚、ここでは、説明の便宜上、2つのMN 2a, 2b間でHelloプロトコルによる処理が成される場合を想定している。

【0048】先ず、MN 2bがアクティブ化される直前、HelloパケットがMN 2bに送信される。そして、MN 2bがブートされると、MN 2bより空のHello

110パケットがMN2aに送信される。MN2aでは、このMN2bからのHe110パケットによりMN2bからの受信が可能であることが認識される。

【0049】そして、MN2aより、MN2bをリストしたHe110パケットがMN2bに送信される。MN2bでは、このHe110パケットを受信することで、MN2aにより自分の存在が認識されたことが確認される。そして、MN2bより、MN2aをリストしたHe110パケットがMN2aに送信される。

【0050】こうして、MN2aでは、このHe110パケットを受信することで、MN2bにより自分の存在が認識されたことが確認される。そして、MN2aより、MN2bをリストしたHe110パケットがMN2bに送信される。

【0051】以下、図8乃至図11を参照して、上記一連の処理を更に詳述する。

【0052】尚、図8(a)、図9(a)、図10(a)、図11(a)において破線で示した円形の範囲は、その中に位置するMN2a乃至2fの隣接範囲を意味する。

【0053】先ず、初期状態においては(図8(a)参照)、GN1のNN-DB4には、自セル内の全MN2b-2fの隣接情報(ノードID、受信電力)が蓄積されている(図8(b)参照)。本例では、GN1のNN-DB4より、MN2bの隣接範囲に位置するのはMN2f、MN2cの隣接範囲に位置するのはMN2f、MN2dの隣接範囲に位置するのはMN2e、MN2eの隣接範囲に位置するのはMN2d、MN2fの隣接範囲に位置するのはMN2c、2bであることが判る。

【0054】そして、MN2aがブートした場合を想定すると、当該MN2aよりHe110パケットが送信されることになる(図9(a)参照)。但し、この段階では、MN2aからGN1に隣接情報がアップデートされていないので、GN1のNN-DB4の内容は更新されではない(図9(b)参照)。

【0055】さらに、上記MN2aからのHe110パケットを受信した隣接範囲に位置するMN2d、2e、2fより、He110パケットがMN2aに対して返信されると(図10(a)参照)、その内容が隣接情報として、MN2aのNN-DB3aに蓄積される(図10(b)参照)。そして、この隣接情報が、MN2aによりGN1にアップデートされると、GN1のNN-DB4にMN2aの隣接情報が新たに加えられ、更新されることになる(図10(c)参照)。

【0056】上記MN2aから送信されたHe110パケットがMN2d、2e、2fにより受信されると(図11(a)参照)、MN2d、2e、2fのNN-DB3d、3e、3fの隣接情報が更新される(図11(b)、(c)、(d)参照)。

【0057】即ち、より詳細には、この例では、MN2

dのNN-DB3dには、隣接情報としてMN2a、2eのノードID及び各受信電力P2d-2a、P2d-2eが蓄積されている(図11(b)参照)。そして、MN2eのNN-DB3eには、隣接情報としてMN2a、2dのノードID及び各受信電力P2e-2a、P2e-2dが蓄積されている(図11(c)参照)。さらに、MN2fのNN-DB3fには、隣接情報としてMN2a、2b、2cのノードID及び各受信電力P2f-2a、P2f-2b、P2f-2cが蓄積されている(図11(d)参照)。

【0058】そして、この隣接情報が、MN2d、2e、2fによりGN1にアップデートされると、当該GN1のNN-DB4にMN2d、2e、2fの隣接情報が新たに加えられ、更新されることになる(図11(e)参照)。

【0059】ここで、再び、図5の説明に戻る。以上の処理の後、MN2からの通信要求が発生した場合には(ステップS7)、詳細は後述するようなルート確立アルゴリズムに基づく処理が実行されることになる(ステップS8)。

【0060】以下、図12のフローチャートを参照して、この図5のステップS8にて実行されるルート確立アルゴリズムについて詳細に説明する。

【0061】あるMN2から通信要求が発生した場合には、通信可能なGN1の存在を確認する(ステップS11)。そして、通信可能なGN1が存在すれば、MN2はGN1へSRRREQ(Source Route Request)パケットを送信する(ステップS12)。

【0062】そして、このSRRREQパケットを受信したGN1は、宛先ノード(Destination Node以下、DNと称する)がNN-DB4に存在するか否かを確認する(ステップS13)。尚、上記ステップS11で通信可能なGN1の存在を確認できなかった場合、及び上記ステップS13でDNがNN-DB4に存在しないと判断された場合は、ルート確立失敗として処理される(ステップS14)。

【0063】一方、上記ステップS13にてDNがNN-DB4に存在する場合には、GN1はDNが属するGNが隣接もしくは同一GNであるか否かを確認する(ステップS15)。そして、DNが属するGNが隣接もしくは同一GNであると確認された場合には、GN1を介するルート(Gateway Route)よりもGN1を介さないルート(Gatewayless Route)の方が効率的な場合もあるので、Gateway RouteとGatewayless Routeの両方でソースルート(SR; Source Route)とルートコスト(RC; Route Cost)を計算し、RCの小さいルートを選択することになる(ステップS16)。これに対して、上記ステップS15にて、DNが属するGNが隣接もしくは同一GNではないと確認された場合には、Gateway Routeについてのみ計算をして、ルートを決定する(ステップS19)。

【0064】尚、本実施の形態の通信システム及び方法では、MN-MN、MN-GNのルート計算には、例えばダイクストラの最短経路アルゴリズム等を用いている。但し、これは一例であって、これに限定されるものではない。

【0065】そして、MN-MNのリンクコストはホップ数に関係なく「1」とし、GN-GNのリンクコストは距離に関係なく「1」としている。こうして、GN1によりルートが決定されると、GN1は全関係ノード（送信元ノード-宛先ノード間のソースルート）に、使用chやソースルートを記述したSRRREP（Source Route Reply）パケットをMN2に送信する（ステップS17）。

【0066】このSRRREPパケットを受信したMN2は、その情報を基に使用chを決定し、ルーティングテーブルを作成する（ステップS18）。こうして、データ通信モードでユーザデータが送受信される（ステップS20）。すなわち、各種パケットは、SRRREPパケットに含まれているソースルート情報に基づいてデータ通信モードの下、ユニキャストで通信される。尚、MN間のルーティングアルゴリズムには既存の有線アルゴリズム（RIP、OSPF等）を用いる。

【0067】ここで、本実施の形態による上述したような「ルート確立アルゴリズム」と「OSPF」の隣接関係調査（Helloパケット）及びリンクステート情報交換アルゴリズムの相違について述べる。

【0068】先ず、「OSPF」では、代表ルータとバックアップルータを設置し、各ルータの隣接情報を代表ルータに送信し、代表ルータで収集した同一エリア上のリンクステートを全てのルータに配布している。

【0069】これに対して、本実施の形態に係るルート確立アルゴリズムでは、GN（上記代表ルータに相当）1で隣接情報を収集しているが、各ノードには隣接情報を配布していない。そのため、全ノードのLSD（Link State Database）の同期を取る必要がない。但し、GN間では同期を取る必要がある。また、GN1がLSD保管のデフォルトとなるため、代表ルータを動的に決定するアルゴリズムも必要がない。更に、GN1が無線ネットワークのため資源情報（例えば周波数、ch、符号等）を管理している点でも「OSPF」とは相違している。

【0070】以上説明したように、本実施の形態に係る通信システムでは、MN2からの通信要求が発生した時点で、GN1は、当該GN1が保有しているNN-DB4の隣接情報と資源管理DB5の資源情報に基づいてルート計算を行い、その計算結果を全関係ノードへ送信する。

【0071】最後に、図13のフローチャートを参照して、通信モードの切替えに係るシーケンスを詳細に説明する。即ち、MN2による通信要求が発生すると（ステ

ップS30）、GN1は通信データの種類を判別する（ステップS31）。制御データである場合には制御モードに設定し（ステップS32）、制御以外のデータである場合にはデータ通信モードに設定する（ステップS33）。この設定により、不図示の通信モード切替えSWが切り替えられる（ステップS34）。

【0072】データの送受信時においては、通信モードが判定される（ステップS35）。そして、通信モードが制御データである場合には、不図示の制御モード無線回路を介して、制御データが送受信され（ステップS36、S37）、通信モードがデータ通信モードである場合には、不図示のデータ通信モード無線回路を介して、制御以外のデータが送受信される（ステップS38、S39）。

【0073】以上説明した実施の形態に係る通信システム及び方法では、無線マルチホップ通信において、有線ネットワークに接続されたGNを設置し、通信用途に合わせてセル半径の異なる二つの通信モードを利用する集中制御型ルーティング方式を採用した。このようにGNを定期的に設置することで、ノード密度の小さい場合でも接続率を向上させることができ、ネットワークが大きくなってしまっても中継ホップ数を一定回数に抑えることができる。また、二つの通信モードを利用した集中制御方式とすることで、制御パケット量を定量的にし、発呼からリンク確立までの遅延時間を短縮することも可能としている。

【0074】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこれに限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の改良・変更が可能である。

【0075】例えば、上記隣接情報、資源情報として記憶される情報は、上述したものに限定されるものではないことは勿論である。

【0076】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、制御用のパケット、実データのパケットの通信条件を通信モードにより差別化したGNによる集中制御方式を採用することで、ネットワーク上に流出する制御用のパケットの量を削減し、ネットワーク帯域が圧迫される事態や、電波干渉、パケット衝突の問題を回避する通信システム及び通信方法を提供することができる。更に、GNによる集中制御方式を採用し、GNに隣接情報を把握させることで、各MN間での自律的なルート構築を不要とする通信システム及び通信方法を提供することができる。また、GNにネットワーク上の資源管理情報を把握させ、有限であるネットワーク資源を効率的に使用する通信システム及び通信方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る通信システムの概念図である。

【図2】(a)はMN2のNN-DB3のフォーマット

を示す図、(b)はGN1のNN-DB4のフォーマットを示す図、(c)はMN2a-2fの隣接関係を示す図、である。

【図3】(a)はMN2aのNN-DB3aの内容を示す図、(b)はMN2bのNN-DB3bの内容を示す図、(c)はMN2cのNN-DB3cの内容を示す図、(d)はMN2dのNN-DB3dの内容を示す図、(e)はMN2eのNN-DB3eの内容を示す図、(f)はMN2fのNN-DB3fの内容を示す図、(g)はGN1のNN-DB4の内容を示す図、である。

【図4】(a)はMN2a-2fの隣接関係及び通信関係を示す図であり、(b)は資源管理DB5の内容を示す図である。

【図5】本実施の形態に係る通信システムによるルーティング制御についてのフローチャートである。

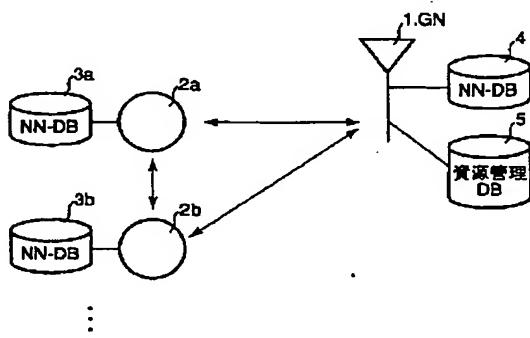
【図6】GN1の探索に係る二つの方法を説明するための図である。

【図7】Helloプロトコルについてのフローチャートである。

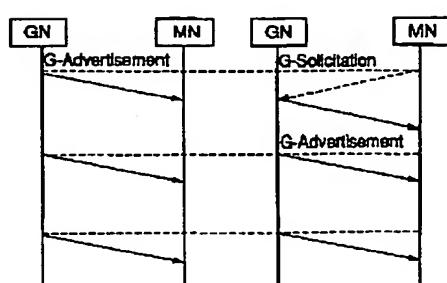
【図8】(a)はMN2a-2fの隣接関係を示す図であり、(b)はNN-DB4の内容を示す図である。

【図9】(a)はMN2a-2fの隣接関係を示す図で

【図1】



【図6】



あり、(b)はNN-DB4の内容を示す図である。

【図10】(a)はMN2a-2fの隣接関係を示す図であり、(b)はMN2aのNN-DB2aの内容を示す図であり、(c)はNN-DB4の内容を示す図である。

【図11】(a)はMN2a-2fの隣接関係を示す図であり、(b)はMN2dのNN-DB2dの内容を示す図であり、(c)はMN2eのNN-DB2eの内容を示す図であり、(d)はMN2fのNN-DB2fの内容を示す図であり、(e)はNN-DB4の内容を示す図である。

【図12】図5のステップS8にて実行されるルート確立アルゴリズムについて詳細に説明するためのフローチャートである。

【図13】制御モードの切替えに係る処理の流れを詳細に説明するフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 ゲートウェイノード (GN)
- 2 モバイルノード (MN)
- 3 隣接ノードデータベース (NN-DB)
- 4 隣接ノードデータベース (NN-DB)
- 5 資源管理データベース (資源管理DB)

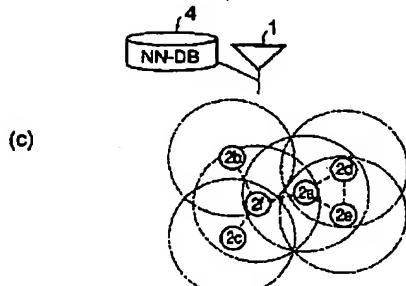
【図2】

Mobile Node	受信電力
Neighbor Node[1]	P1
Neighbor Node[2]	P2
.....
Neighbor Node[n]	Pn

(a)

Gateway Node	受信電力
Mobile Node[1]	Neighbor Node[1] P1-1
	Neighbor Node[2] P1-2
.....
.....
Mobile Node[m]	Neighbor Node[1] Pm-1
	Neighbor Node[2] Pm-2
.....
	Neighbor Node[j] Pm-1

(b)



【図3】

MN2aのNN-DB3a	
Neighbor Node	受信電力
2d	P2a-2d
2e	P2a-2e
2f	P2a-2f

MN2bのNN-DB3b	
Neighbor Node	受信電力
2f	P2b-2f

MN2cのNN-DB3c	
Neighbor Node	受信電力
2f	P2c-2f

MN2dのNN-DB3d	
Neighbor Node	受信電力
2a	P2d-2a
2e	P2d-2e

(b)

(d)

(a)

(c)

MN2aのNN-DB3e	
Neighbor Node	受信電力
2a	P2a-2a
2d	P2a-2d

MN2bのNN-DB3f	
Neighbor Node	受信電力
2a	P2b-2a
2b	P2b-2b
2c	P2b-2c

(e)

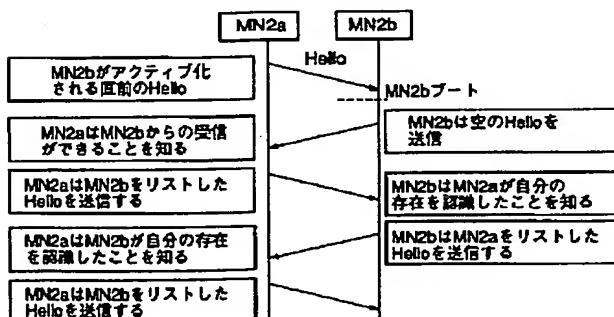
(f)

(GNのNN-DB)

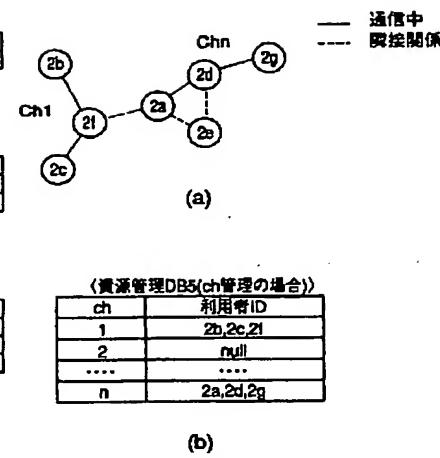
Mobile Node	Mobile Node	受信電力
2a	2d	P2a-2d
	2e	P2a-2e
	2f	P2a-2f
2b	2f	P2b-2f
	2d	P2b-2d
2c	2f	P2c-2f
	2d	P2c-2d
2e	2a	P2e-2a
	2d	P2e-2d
	2f	P2e-2f
2f	2a	P2f-2a
	2b	P2f-2b
	2c	P2f-2c

(g)

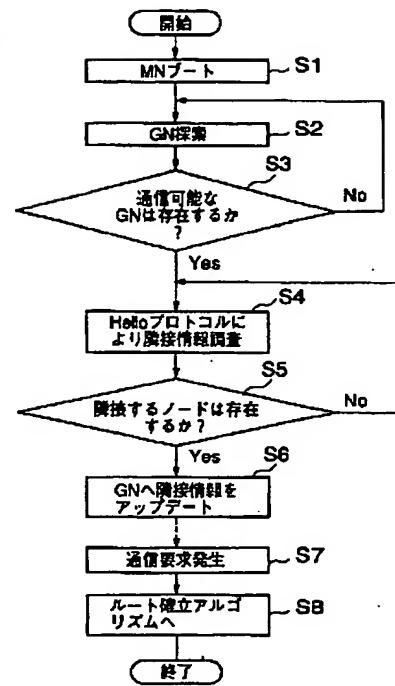
【図7】



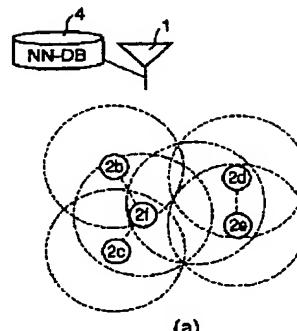
【図4】



【図5】



【図8】

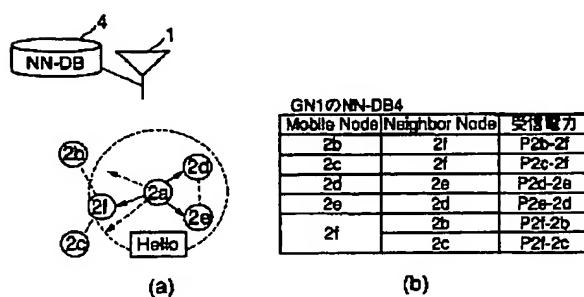


GN1のNN-DB4

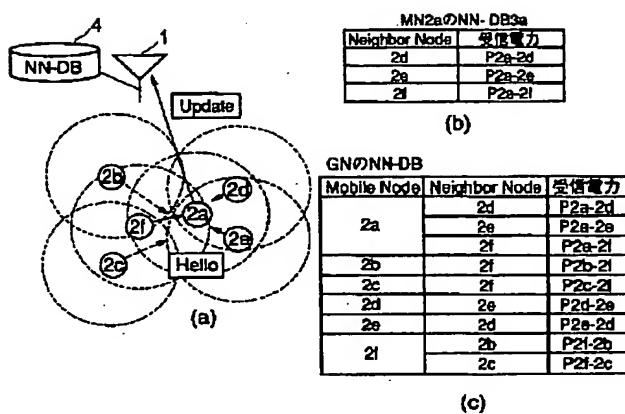
Mobile Node	Neighbor Node	受信電力
2b	2f	P2b-2f
2c	2f	P2c-2f
2d	2a	P2d-2a
2e	2d	P2e-2d
2f	2b	P2f-2b
2f	2c	P2f-2c

(b)

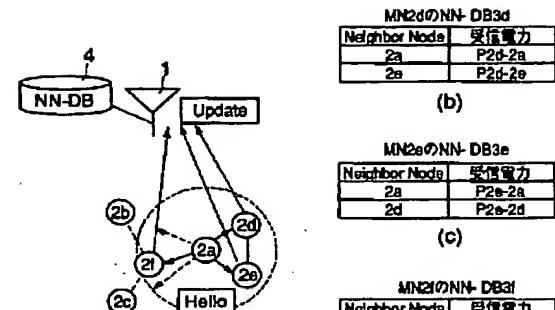
【図9】



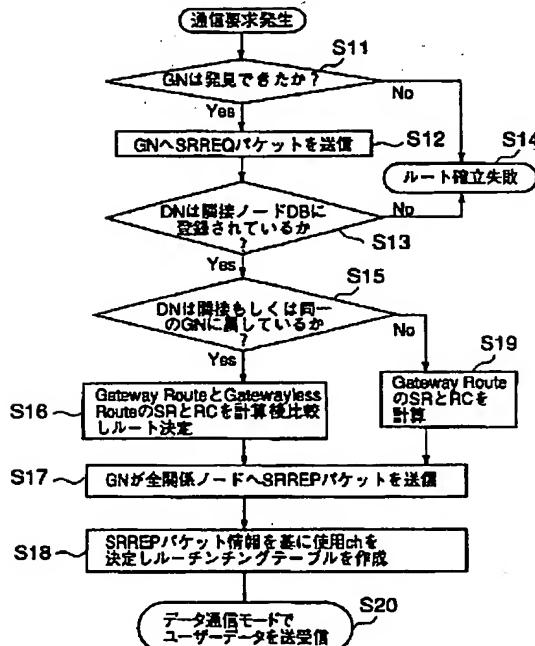
【図10】



【図11】



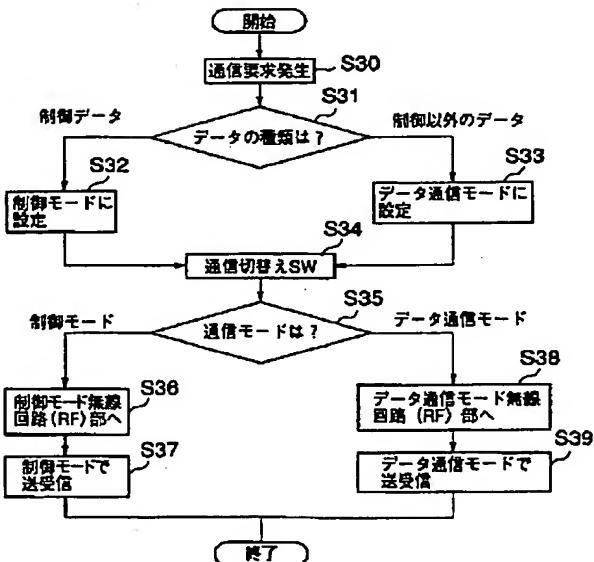
【図12】



GN1のNN-DB4

Mobile Node	Neighbor Node	受信電力
2a	2d	P2a-2d
	2e	P2a-2e
	2f	P2a-2f
2b	2f	P2b-2f
	2f	P2b-2f
	2e	P2b-2e
2c	2a	P2c-2a
	2d	P2c-2d
	2e	P2c-2e
2d	2a	P2d-2a
	2e	P2d-2e
	2f	P2d-2f
2e	2a	P2e-2a
	2d	P2e-2d
	2f	P2e-2f
2f	2b	P2f-2b
	2c	P2f-2c
	2e	P2f-2e

【図13】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5K030 GA08 HA08 HC09 HD03 JL01
JT09 KA05 KA07 LB05 LC09
5K033 BA08 CC01 DA05 DA19
5K067 AA11 AA13 BB21 EE02 EE16
JJ43